

電気泳動法による色素増感型太陽電池用の二酸化チタン半導体層と光散乱層の作製と評価
**Fabrication and Evaluation of Semiconductor and Light Scattering Layers of Titanium Dioxide
 for Dye Sensitized Solar Cell by Electrophoresis**

◦小倉 咲夏, 佐藤 祐喜, 吉門 進三 (同志社大院理工)

◦Sakika Ogura, Yuuki Sato, Shinzo Yoshikado (Doshisha Univ.)

E-mail:syoshika@mail.doshisha.ac.jp

【はじめに】色素増感型太陽電池(DSSC)は構造が単純であり、フレキシブルな太陽電池や使用する色素を選択することによりカラフルな太陽電池を作製することが可能であり、デザイン性に優れているという特徴もある。しかしながら、実用化のためには光電変換効率 (PCE) や耐久性を向上させることが課題となっている。本研究の目的は PCE の向上を目指す。DSSC の負極の半導体層等に用いる TiO_2 薄膜の製膜方法は数多く存在しており、中でも一般的に塗布法が用いられている。本研究では生産性等を考慮して、膜厚や構造の制御、その均一化が容易であり、平面基板以外への成膜が可能な電気泳動法を用いて製膜を行ってきた。高い PCE を実現するためには TiO_2 半導体層上での光捕集効率(LHE)を向上させることが重要である。その一つの方法として前回、粒径の小さい TiO_2 を用いて形成された透明性の高い半導体層上へ粒径の大きい光散乱性が高く色素が吸着しないためにセパレータとしても機能する TiO_2 薄膜 (光散乱層と呼ぶ) の 2 層構造にすることにより PCE が向上することを報告した。光散乱層がない場合、入射した光は透明層内で増感色素と反応し吸収されるが、捕集されきれなかった光は電解液へ入射する。電解液を透過する光は対向電極の Pt 薄膜表面で反射され一部の光は再び膜に戻り捕集されるがほとんどが損失となる。そこで透明層上に光散乱層を形成することで捕集されなかった入射光は反射され、再び透明層内部に光を返すため損失を軽減し、LHE が向上することが期待される。今回、一般的に用いられている酸化チタンナノ粒子である P25 を半導体層として製膜後、その上に光散乱層の製膜したときの PCE について報告を行う。

【実験方法】分級処理を施し粒径をそろえた酸化チタンナノ粒子 (P25, デグッサ) をエタノール中に分散させコロイドを調整し電気泳動法 (定電流法) により製膜を行い半導体層とした。その上に粒子径がより大きい酸化チタン微粒子 (直径 ~ 100 nm) 膜を電気泳動法で成膜を行い光散乱層とした。空气中で 450°C で焼成後、浸漬法により色素吸着を行い、DSSCs を作製した。ソーラーシミュレーターを用いて電流-電圧 ($J-V$) 特性を測定した。

【実験結果および考察】P25 を半導体層としたときの光散乱層の効果を確認するため、半導体層として分球処理により透明度の高い薄膜を成膜し、その上に光散乱層を形成した。Fig.1 に半導体層のみの薄膜と光散乱層を形成した薄膜の LHE-入射光の波長特性を示す。半導体層の膜厚は約 $6.5 \mu\text{m}$ とし、光散乱層の膜厚はそれぞれ $0.6, 1.4 \mu\text{m}$ とした。Fig.2 にそれらの DSSCs の $J-V$ 特性を示す。光散乱層を形成することで全波長領域において光捕集効率が向上した。また PCE は半導体層のみのときの約 1.50 % に対し、光散乱層を形成したときでは $0.6\mu\text{m}$ で約 2.33 %, $1.4\mu\text{m}$ で約 2.26 % と約 1.6 向上した。従って光散乱層は P25 を半導体層としたときも PCE が改善されることが分かった。ところで Fig.1 および Fig.2 から光散乱層の膜厚を厚くすると LHE は向上するが PCE は小さくなった。今後 P25 半導体層の透明性および膜厚、光散乱層との膜厚と PCE の相関性について調べ結果を発表当日に報告する予定である。

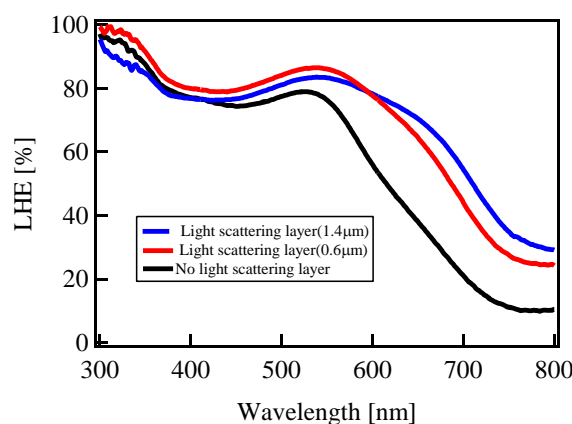


Fig.1 Wavelength dependencies of LHE as a function of light scattering layer thickness.

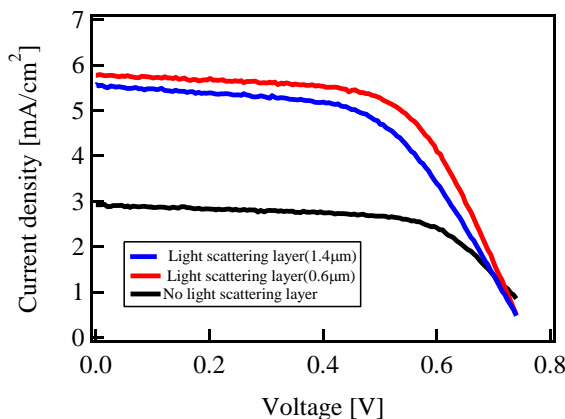


Fig.2 $J-V$ characteristics.